

平成14年度 春期 ソフトウェア開発技術者 午後I問題

問1 社内ネットワーク構築における IP アドレスの割当てに関する次の記述を読んで、設問 1～3 に答えよ。

K社では、IP（インターネットプロトコル バージョン 4）による社内ネットワークを構築することになった。図1に示すように、本ネットワークは、本社及び4支社の計五つの LAN からなり、LAN 間はルータを介し専用線で結ぶ。最大接続ホスト（ルータも含め通信を行う機器をホストと呼ぶ）数は、本社 LAN は 50 台、支社 LAN はそれぞれ 20 台である。

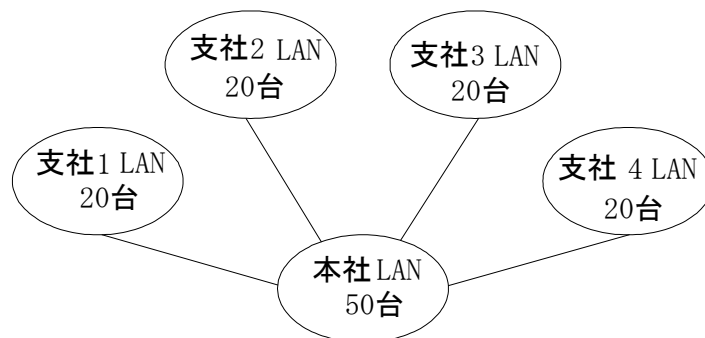


図1 K社の社内ネットワークの構成

IP アドレスは、32 ビットのデータで表現され、ネットワークに接続されたホストを一意に指定する。図2に示すように、IP アドレスは、ネットワーク部及びホスト部からなる。アドレスの有効利用などのため、ホスト部は更にサブネット ID とホスト ID に分けられる。ネットワーク部のネットワーク ID とホスト部のサブネット ID を合わせて、サブネットアドレスとも呼ぶ。

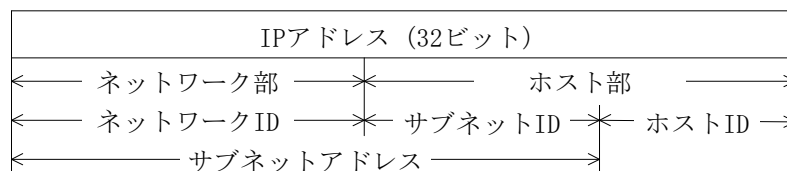


図2 IPアドレスの構成

ここでは、サブネットアドレスが LAN を特定し、ホスト ID がその LAN 内の個々のホストを特定する。K社の五つの LAN からなるネットワーク全体に対して一つのネットワーク ID を与え、各 LAN に一つのサブネット ID、各ホストに LAN 内でユニークな一つのホスト ID を与える。

なお、LAN 間の専用線部分には、サブネットアドレスの付与は不要とする。

IP アドレスの表記法として、8 ビットごとに 10 進表記した値を“.”で区切って記す方法を使う。ここで、K社ネットワークには、この表記法で“223.x.255”（x はある 10 進数）の 24 ビットのネットワーク ID が与えられている。残りの 8 ビットのホスト部を適切にサブネット ID 及びホスト ID に割り振って、各 LAN に対しサブネットアドレスを割り当てることになる。

サブネットアドレスを表すためには、そのビット数を示す必要がある。そこで、ホスト ID を 0 とした IP アドレスの表記の後ろに、“/”で区切ってサブネットアドレスのビット数を 10 進数で記すことにする。例えば、“223.x.255.16/28”のように表記する。

ホストを指定するホスト ID には、すべて“0”又はすべて“1”のパターン以外のビットパターンが使用可能である。サブネット ID にも、すべて“0”又はすべて“1”のパターン以外のビットパターンを使用することにする。ルータには、この問題において必要な機能をもつ機種を使用するものとする。

設問1 IP アドレスとルータに関する次の記述中の , に入れる適切な字句を答えよ。

LAN をまたがって IP パケットをあて先まで送り届けるために、LAN 間の接続にルータが使用される。ルータは、送られてきた IP パケットのあて先 IP アドレスをみて、IP パケットの次の送り先を決める。あて先 IP アドレスのサブネットアドレスが LAN を指していれば、直接あて先のホストに送り、そうでなければ適切な次の に送る。

設問2 サブネットアドレスを割り当てるに当たって、まずサブネット ID を固定長（すべての LAN で同じビット数）として考えた。次の記述中の , に入れる適切な整数を答えよ。

K社の場合、LAN の数は 5 なので、サブネット ID には最低 ビット必要である。すると、ホスト ID に使えるビット数から、各 LAN において IP アドレスが割当て可能なホスト数は最大 台になる。

設問3 設問2の方法では、本社 LAN のすべてのホストに IP アドレスを割り当てることは不可能なので、LAN ごとにビット数の異なるサブネット ID を付与する方法をとることにした。次の記述中及び表中の ~ に入れる適切な整数を答えよ。

IP アドレスの割当てが必要なホスト数から、本社 LAN に対してホスト ID は最低

ビット必要である。同様に、支社 LAN に対してホスト ID は最低 ビット必要である。

IP アドレスの一意性が保たれるように注意して各 LAN にサブネットアドレスを割り当てたところ、次の表に示すとおりになった。ここで、本社 LAN のサブネットアドレスには、できるだけ小さいものを割り当てている。

表 K社 LANのサブネットアドレス

LAN	サブネットアドレス
本社LAN	223. x. 255. <input type="text" value="g"/> / <input type="text" value="h"/>
支社LAN	223. x. 255. <input type="text" value="i"/> / <input type="text" value="j"/>
	223. x. 255. <input type="text" value="k"/> / <input type="text" value="j"/>
	223. x. 255. <input type="text" value="l"/> / <input type="text" value="j"/>
	223. x. 255. <input type="text" value="m"/> / <input type="text" value="j"/>

問2 システム開発の際のバグ数評価に関する次の記述を読んで、設問1～4に答えよ。

ソフトウェア開発会社T社の品質管理担当者である U氏は、発生するバグ数の推定のために、過去に行った 30 件のシステム開発について、1k ステップ当たりの平均発生バグ数を調べている。1k ステップ当たりのバグ数の平均値は 5.1、分散は 2.8、標準偏差は 1.7 であった。ここで、バグ数とは、総合テストで発見されるバグの数とする。そのヒストグラムは図1に示すとおりであり、横軸の 1-2 は、バグ数が 1 以上 2 未満であることを示す。

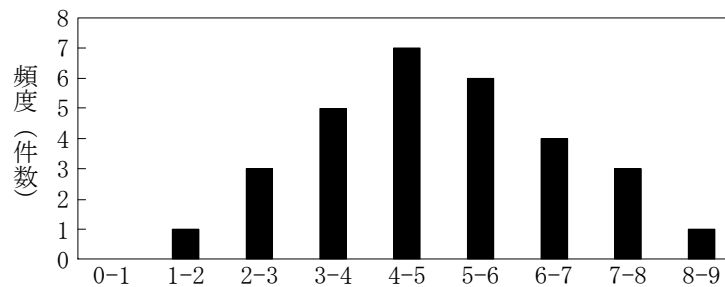


図1 1k ステップあたりのバグ数のヒストグラム

設問1 今後 T社で開発するシステムのバグ発生が上のパラメタに従うとした場合、規模が 60k ステップのシステムでは、そのバグの総数の期待値は幾らか。答えは、小数第 1 位を四捨五入して整数で求めよ。

設問2 バグの発生が上のパラメタに従う正規分布になるとした場合、1k ステップ当たりのバグ数がある値以上になる確率に関して述べた次の記述で、適切なものを一つ選び記号で答えよ。

- ア バグ数が 7 以上になる確率は、約 15%である。
- イ バグ数が 7 以上になる確率は、約 30%である。
- ウ バグ数が 8 以上になる確率は、約 15%である。
- エ バグ数が 8 以上になる確率は、約 30%である。

設問3 次に U氏は、過去の 30 件について、そのシステム規模と 1k ステップ当たりのバグ数との関係を散布図で表現してみた。結果は、図2のようになった。U氏は、この状況からバグ数とシステム規模とは次の関係にあると考えた。

$$1k \text{ ステップ当たりのバグ数} = 3.4 + 0.05 \times \text{システム規模 (k ステップ)}$$

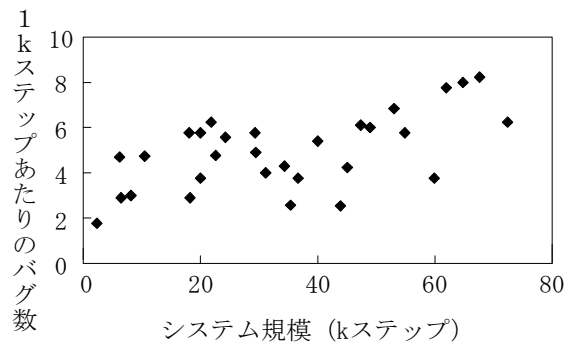


図2 システム規模とバグ数との散布図

この関係式を用いて、規模が 60k ステップのシステムで予想されるバグの総数を求めよ。答えは、小数第 1 位を四捨五入して整数で求めよ。

設問4 次の記述中の ～ に入れる適切な字句を、解答群の中から選び記号で答えよ。

設問1, 設問3 は、ともに過去 30 件の開発実績データからバグ数を推定したものであるが、設問1は を無視した結果であり、設問3は考慮した結果である。設問3の関係式は回帰式と呼ばれ、それを求めるためには、 法などが使用される。この回帰式ではシステム規模 (k ステップ) の係数がプラスとなっている。これは、 が大きくなると、1k ステップあたりのバグ数が することを意味している。図2の状況から、1k ステップあたりのバグ数は、 に影響されると考えるのが妥当であり、設問 の結果を採用する方が適切と考えられる。

また、このような統計解析では、総体的傾向を把握すると同時に、ほかとかなり異なる特性を示すケース (外れ値) に関する原因調査も重要である。例えば、テスト終了時点でバグ数が予測値よりもかなり多い場合には、システムの機能や構成が複雑、 が不十分などの問題があったことが考えられる。一方、バグ数がかかなり少ない場合、プログラム品質が非常に高い場合も考えられるが、 が不十分な場合もあるので注意が必要である。

また、テストの進捗に伴うバグ数累積曲線は、多くの場合、独特のカーブとなることが経験的に知られている。このため、バグ数累積曲線を作成し、 モデルなどによって導かれる曲線との比較からテストの進捗状況を把握する方法がある。

解答群

- | | |
|---------------|------------|
| ア 1 | イ 3 |
| ウ 移動平均 | エ 減少 |
| オ コンピュータの処理能力 | カ ゴンペルツ |
| キ 最小 2 乗 | ク システムの規模 |
| ケ システムの特殊性 | コ システムの複雑性 |
| サ 増加 | シ テスト |
| ス プログラム開発者の能力 | セ ポワソン |
| ソ ルンゲ・クッタ | |

問3 VPN に関する次の記述を読んで、設問1～4に答えよ。

二つのサイト A, B 間で、セキュリティが確保された通信を行う方式の一つに VPN (Virtual Private Network) がある。図1に、ホスト A, B 間で、VPN 装置 A, B を経由し、IP を用いて通信を行う場合のシステム構成を示す。VPN 装置 A, B 間の通信に必要な情報、例えば暗号化の鍵やルーティング情報などは、事前に適切に設定されているものとする。

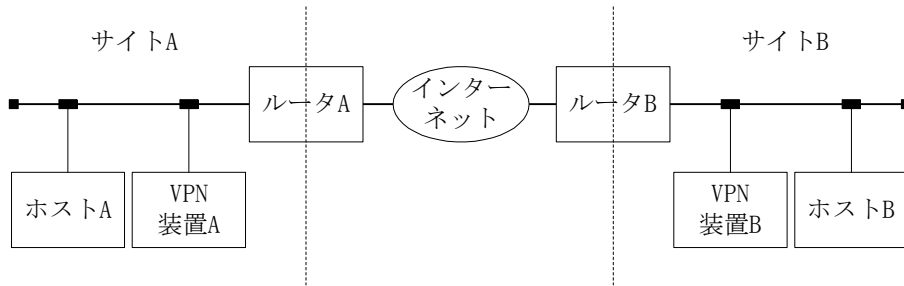


図1 システム構成図

図1中のVPN装置は、自サイト内のホストからVPN通信を行うサイトあてのIPパケットを受け取ると、次の変換を行い、相手サイトのVPN装置へ送信する。

- (1) 受け取ったIPパケット全体を秘密鍵方式で暗号化する。
- (2) 暗号化したパケットに、自分から相手サイトのVPN装置あてとなるIPヘッダを付ける。
- (3) IPヘッダと暗号化したパケット全体からハッシュ関数の値を計算し、認証データとしてパケットに設定する。

変換後の送信パケットの構成を図2に示す。

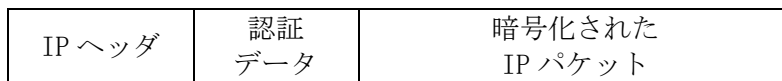


図2 送信パケット

VPN装置が相手サイトのVPN装置からパケットを受け取ると、次の処理を行う。

- (4) VPN通信を行っているサイトのVPN装置からのパケットであることを確認後、認証データが正しいかどうかチェックする。
- (5) 認証データが正しい場合、受信したパケットの中から暗号化されているパケット部を取り出して復号し、復号したIPパケットの送信先アドレスへ転送する。

設問1 VPN 装置の packets 変換について、次の問いに答えよ。

- (1) packets を暗号化することは、セキュリティ上、何を防止するためか。5 字以内で答えよ。
- (2) packets にハッシュ関数値を付加することは、セキュリティ上、何を防止するためか。5 字以内で答えよ。

設問2 ホスト A からホスト B に VPN を使って packets を送信するときに、表に示すそれぞれの区間で、IP ヘッダ内に現れる送信元アドレスと送信先アドレスは何になるか。次の表中の

~ に入れる適切な字句を答えよ。

表 各区間における送信元アドレス及び送信先アドレス

区間	送信元アドレス	送信先アドレス
ホストA → VPN 装置A	ホストA	<input type="text" value="ア"/>
VPN 装置A → VPN 装置B	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>
VPN 装置B → ホストB	<input type="text" value="エ"/>	ホストB

設問3 次の記述の中で、問題文中に示されている VPN の実現方式の特徴を述べているものをすべて挙げ、記号で答えよ。

- ア VPN を使用するアプリケーションは、専用のライブラリをリンクする必要がある。
- イ VPN を使用するためには、サイト間に必ず専用線を引かなければならない。
- ウ 公衆通信網の電話網やフレームリレー網を使っても、セキュリティが確保された通信を実現できる。
- エ サイト間の通信方式を、VPN を使用しない方式から VPN を使用する方式に変更しても、アプリケーションの変更は必要としない。
- オ データリンク層（レイヤ 2）でトンネリングを行っている VPN の実現方式である。
- カ 特定のアプリケーションだけが、VPN を使用できる。

設問4 サイト A, B 内のホストアドレスをインターネット側に公開しないために、ルータ A, B に IP packets 内の特定の内側アドレスをインターネット側アドレスに変換する NAT 機能をもたせることにし、VPN 装置 A, B だけインターネット側にアドレスを公開することにした。しかし、NAT 機能を導入したことによって、サイト A, B 間の VPN 通信ができなくなってしまった。その理由について述べた次の記述中の ~ に入れる適切な字句を 10 字以内で答えよ。ここで、VPN 装置 A, B のインターネット側 IP アドレスをそれぞれ VPN 装置 AX, VPN 装置 BX とする。

NAT 機能を導入した場合、サイト A からサイト B へ送るパケットの IP ヘッダ内のアドレスは、VPN 装置 A から送り出す時点では、送信先が ，送信元が VPN 装置 A である。また、VPN 装置 B が受け取った時点の IP ヘッダ内のアドレスは、送信先は VPN 装置 B、送信元は である。このように、IP ヘッダの内容が変更されていて、VPN 装置 B での に失敗してしまうので、VPN 通信ができなくなる。

問4 システムの性能に関する次の記述を読んで、設問1～3に答えよ。

C社では、現在使用しているインターネットサーバのリース切れに伴い、性能向上を図るため、サーバの置換えを検討した。新しいサーバは、本体（CPU、メモリ及び関連周辺装置）とディスクシステムからなり、それぞれ2種類の候補がある。この中から本体とディスクシステムを一つずつ選び、組み合わせて構築する。

新サーバは、従来のプログラムを実行した状態で、CPU使用率が10%以下になることを条件とした。ディスク容量は、データ及びプログラムを格納するため、60Gバイトと見積もった。

これらの候補の仕様及び性能は、次のとおりである。

(1) 本体の仕様

本体Aは、CPUが1個だけである。

本体Bは、対称型マルチプロセッサ方式で、最小構成はCPUが1個だが、1個ずつ増設可能である。

いずれも、メモリは必要に応じて増設できる。

(2) 本体の性能

本体A、BともにCPUが1個の場合の性能を調べるため、十分なメモリを実装し、テスト用のディスクを付けて、従来のプログラムを実行させたところ、性能は表1のとおりであった。テスト用のディスクは、アクセスが高速なものを使用した。

表1 本体の性能

本体	CPU使用率
A	10%
B	40%

本体BにCPUをn個実装し、従来のプログラムを実行した場合のCPU使用率Pnは、CPUが1個の場合の使用率をP1とすると、次の式に従う。

$$P_n = P_1 (1 + 0.05(n-1)) / n$$

(3) ディスクシステムの仕様と性能

ディスクシステムX、YはいずれもRAIDを採用しており、XはRAID1、YはRAID5である。これらを構成している各ディスクの稼働率、アクセス時間は等しい。

設問1 本体に関する次の問いに答えよ。

(1) 本体Bを採用した場合、CPU使用率を本体Aの値以下にするためには、少なくとも何個のCPUをもつマルチプロセッサ構成にしなければならないか。CPUの個数を答えよ。

(2) シングルスレッドで実行するプログラムを実行した場合、本体 B では CPU を増設してもスループットがあまり改善されない。その理由を 15 字以内で述べよ。

設問2 表2は、ディスクシステム X, Y の実効容量を 60G バイトとした場合の最小構成と、故障時の信頼性を考慮した稼働率を求めたものである。 に数値を、 , には式を答えよ。ここで、ディスク 1 台の稼働率はすべて d とする。

表2 ディスクシステムの構成

ディスクシステム	最小構成時のディスク台数 (台)	ディスク1台当たりの容量 (Gバイト)	稼働率
X	2	60	<input type="text" value="イ"/>
Y	<input type="text" value="ア"/>	30	<input type="text" value="ウ"/>

設問3 次の記述は、各候補を選定するための報告書の一部である。 ~ に入れる適切な字句を答えよ。

(1) ディスクシステム

ディスクシステム X, Y とも 1 台のディスクに障害が発生しても動作できる。障害時、 は平均アクセス時間がほとんど変わらないが、 は、アクセスが遅くなることがある。

ディスク使用効率（データ又はプログラムを格納する容量／全ディスク容量）は、 の方が高い。

C 社の運用方法から、ディスク使用効率より、障害が発生しても、アクセス時間が短い方が有利なので、 が適している。

(2) 本体

CPU 使用率だけを見れば、A を使用してもよいし、B に CPU を増設して使用してもよい。しかし、取り扱うデータ量が増加したときを考慮すると B が有利である。

(3) システム全体の拡張性

CPU の増設を行った場合、メモリ及びディスクシステムが性能のボトルネックとなってくる。メモリは十分に実装できるとした場合、ディスクのボトルネック解消には、ディスクシステムを増設し、各ディスクシステムへのアクセスが均等に行われるように の配置を考慮することが必要となる。

問 5 優先順位付き待ち行列のプログラムの実現に関する次の記述を読んで、設問 1～4 に答えよ。

待ち行列は、最初に入ったデータが最初に取り出されるデータ構造である。優先順位付き待ち行列は、到着時刻よりも優先順位を重視する待ち行列である。優先順位付き待ち行列では、優先順位が高いものは到着時刻が後でも優先順位の低いものより先に取り出される。優先順位が同じものは到着時刻順に取り出される。

優先順位付き待ち行列のライブラリプログラムを書くことになった。作成するライブラリの外部インタフェースは次の二つである。

- (1) put(priority, id)
識別番号 id を優先順位の値 priority で待ち行列に入れる関数
- (2) get()
待ち行列の先頭の識別番号を取り出す関数

使用するプログラム言語では、動的なメモリ管理ができないので、待ち行列のデータ構造には配列を使う。配列の一つの要素には、優先順位、到着時のタイムスタンプ、識別番号の情報を入れる。以下では、説明を簡単にするために、配列を Q で表し、配列の i 番目の要素の優先順位を Q[i].pri、タイムスタンプを Q[i].time、識別番号を Q[i].id と表すことにする。配列の添字は 1 から始まるものとする。待ち行列に現在格納されているエン트리数を n で表す。同じタイムスタンプをもつエントリはないものとする。

ここでは、優先順位は数値の小さい方が優先される。優先順位が同じ場合は、タイムスタンプの小さい方が優先される。これによってすべてのエントリを、完全に順序付けることができる。以後、“優先度が高い”と表記した場合は、上のように完全順序を付けて並べ換えたときに前にくることを意味する。また、待ち行列の最大エン트리数 N は分かっているものとする。

プログラムを作成するに当たり、次の二つの方法を考えた。

[方法 A]

データを入れるときは配列の最後に追加し、取り出すときには、優先度の一番高いものを検索して取り出す。配列の途中から抜き出したときには、抜き出した場所に、配列の一番最後にあるデータを移す。get と put の処理は次のとおりである。

```
put:
    n ← n+1
    Q[n] にデータを入れる
get:
    Q[i] (i = 1, 2, ..., n) の中で、優先度が一番高い Q[k] を探す
    id ← Q[k].id
    Q[n] のデータを Q[k] に移す
    n ← n-1
    return id
```

[方法B]

データ表現としてヒープを採用する。ヒープは半順序木を配列上に表現したもので、木の根を配列の $Q[1]$ に置く。ヒープでは、 $Q[i]$ の左の子供は $Q[2*i]$ に、右の子供は $Q[2*i+1]$ に置く。 $2*i$ あるいは $2*i+1$ が n より大きいときは、 $Q[i]$ の子供は存在しない、あるいは右の子供は存在しないとみなす。したがって、ヒープで表現できる木は完全2分木か、完全2分木の葉を右の方から幾つか取り除いた形の木だけである。

ヒープではすべてのノードにおいて、親の優先度は左右のどちらの子供よりも高いので、根の優先度が最高となる。半順序木の例を図に示す。図のノード中の数値は優先順位を表す。この例では同じ優先順位のものには存在しないので、タイムスタンプと識別番号は省略した。

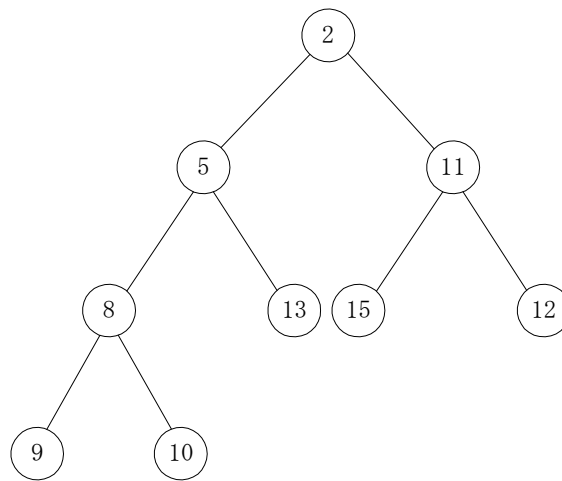


図 半順序木の例

ヒープを使ったときの、put と get の処理は次のとおりである。

put:

$n \leftarrow n+1$

$Q[n]$ にデータを入れる

$r \leftarrow n$

r が 1 になるか、 $Q[r]$ の親の優先度が $Q[r]$ の優先度より高くなるまで次を繰り返す

$Q[r]$ の親と $Q[r]$ のデータを交換する

$r \leftarrow Q[r]$ の親の添字

get:

$Q[1]$ のデータを取り出す

$Q[n]$ のデータを $Q[1]$ に移動する

$n \leftarrow n-1$

$r \leftarrow 1$

Q[r] に、Q[r] より優先度の高い子供が存在する間、次を繰り返す
優先度の高い方の子供と Q[r] のデータを交換する
r ← 交換した子供の添字

設問 1 図の半順序木をヒープで表現したときの配列の各要素の優先順位を示せ。このデータに対し、get() を 1 回行った後、put(6, id) を行った。それぞれの操作後の配列の状態を同様に示せ。

設問 2 Q[i] のエントリの方が Q[j] のエントリより優先度が高いことを表す論理式を示せ。タイムスタンプを比較するときは、時間的に前のものが小さいとする。論理演算には not, and, or を、比較演算には、=, <, > を使え。比較演算子は論理演算子より先に評価されるものとする。比較演算子間の評価の優先順位はすべて同じとし、論理演算子は、not, and, or の順に評価される。

設問 3 方法 B において、get, put の処理の中で必要な次の内容を r を使って示せ。ただし、整数の除算は切捨てを行うものとする。

- (1) Q[r] の親の添字
- (2) Q[r] を親としたときの左右の子供の添字
- (3) Q[r] に子供が存在しないという条件
- (4) Q[r] に右の子供が存在しないという条件

設問 4 待ち行列にデータが 100 個、1,000 個、2,000 個あるときに、put() と get() を交互に 100,000 回行って処理時間を計測した。方法 A、方法 B の処理時間を表しているのは、どれか。それぞれ計測結果 1~3 の番号で答えよ。

表 処理時間の計測結果

データ数	単位 秒		
	100個	1,000個	2,000個
計測結果1	0.4	40.5	161.2
計測結果2	0.45	4.57	9.42
計測結果3	0.2	0.26	0.28

問6 履修管理システムの構築に関する次の記述を読んで、設問1～5に答えよ。

現在運用している学生の履修状況を管理するシステム（以下、履修管理システムという）の機能を見直して、新システムを構築することになった。新システムでは、科目に関する情報のほかに、学生の資格取得強化ゼミの参加状況に関する情報を管理することにした。

新システムを設計するに当たって、旧システムの調査を実施した。履修管理システムが出力する“科目別受講状況表”のレイアウトは、図1のような形式であった。学生は、必ず一つの学部学科に所属し、複数の科目を受講する。また、一つの科目は1人の教職員が担当するが、1人の教職員が複数の科目を担当することもある。

次に、新システムで作成する資格取得強化ゼミの“強化ゼミ参加者名簿”の要件をまとめると、表のようになった。

なお、資格取得強化ゼミは、複数開講されている。

科目別受講状況表				
科目コード：C 0101		出力日付：2002.03.01		
科目名：体育実技				
指導教職員：東山 一				
学籍番号	学生名	学部学科名	点数	出席日数
E99-1543	春風 吹太	経済学部経済学科	60	12
S00-0227	夏田 海世	社会学部福祉学科	75	14
T01-1025	秋野 紅葉	工学部電子工学科	90	15
U01-7941	冬山 登	総合情報学部AI学科	55	10
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

図1 “科目別受講状況表”のレイアウト

表 資格取得強化ゼミの“強化ゼミ参加者名簿”の出力要件など

〔強化ゼミ参加者名簿の出力要件〕

1. 強化ゼミ参加者名簿に掲載する項目

(a) 強化ゼミ参加者名簿の見出し部に印刷する項目は、次のとおりである。

- ・強化ゼミコード
- ・強化ゼミ名称
- ・顧問の教職員名
- ・活動場所
- ・出力年月日
- ・ページ番号

(b) 強化ゼミ参加者名簿の明細部には、次の項目を横 1 行に印刷する。

- ・学生名
- ・学籍番号
- ・連絡先電話番号
- ・入会年月日

(c) 明細部の出力条件

- ・退会者は、印刷しない。
- ・退会者と在籍者の区別は、“退会年月日”に格納されたデータを用いて判断することができる。退会者の“退会年月日”には、退会した年月日が入る。在籍者は、“退会年月日”に NULL が設定されている。
- ・明細部は、“入会年月日”順（昇順）で、かつ学生名の“ふりがな”の五十音順に掲載する。

2. 強化ゼミ参加者名簿の出力単位

強化ゼミ参加者名簿は、強化ゼミコードごとに改ページして出力する。また、明細部を 40 行印刷するごとに改ページする。

3. 強化ゼミ参加者名簿の出力時期

強化ゼミ参加者名簿の出力は、随時可能とする。

〔資格取得強化ゼミに関する前提条件〕

1. 顧問

資格取得強化ゼミの顧問は、1 人の教職員が担当する。また、1 人の教職員は、複数の資格取得強化ゼミの顧問を担当することができる。

2. 学生

学生は、複数の資格取得強化ゼミに参加することができる。

設問 1 図 1 と表から、“学生”エンティティ、“科目”エンティティ、“強化ゼミ”エンティティを抽出し、エンティティ間の関係を E-R 図で整理することにした。凡例に従って、次の図 2 中にリレーションシップを追加し、E-R 図を完成せよ。

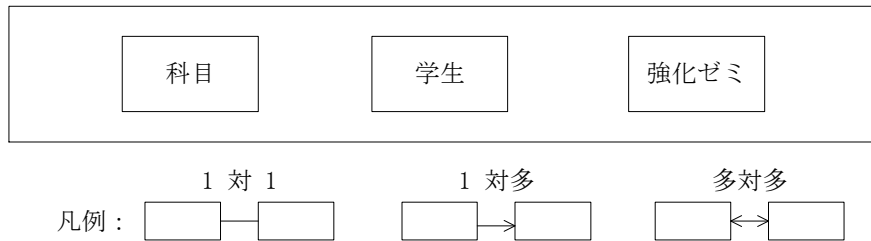


図2 E-R図

設問 2 図 1 と表から、データ項目を抽出し、正規化された関係表を作成することにした。

- (1) 図 1 のデータ項目を整理し、 ～ に適切な字句を入れ、正規化された関係表を完成させよ。また、主キーとなる項目に下線を引いて示せ。

科目表（科目コード， ，教職員番号）

学部学科表（学部学科コード， ）

受講状況表（ ， ，点数，出席日数）

学生表（学籍番号，学部学科コード，学生名）

- (2) 表のデータ項目を整理し， ～ に適切な字句を入れ，正規化された関係表を完成させよ。また，主キーとなる項目に下線を引いて示せ。

学生表（学籍番号，学部学科コード，学生名，ふりがな， ）

強化ゼミ表（強化ゼミコード，強化ゼミ名称， ，活動場所）

教職員表（教職員番号， ）

参加強化ゼミ表（ ，強化ゼミコード，入会年月日，退会年月日）

設問3 設問2で整理した関係表から、新システムのE-R図を作成する。図2の凡例に従って、次の図3中にリレーションシップを追加し、新システムのE-R図を完成させよ。

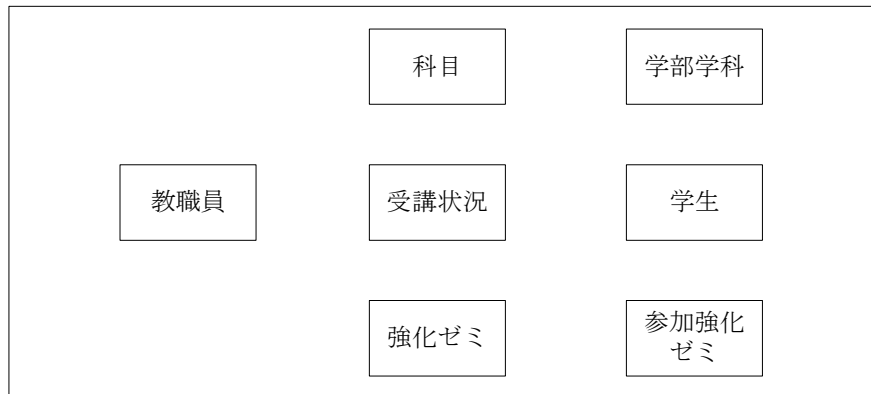


図3 新システムのE-R図

設問4 強化ゼミ参加者名簿を作成するためのカーソル“強化ゼミ参加者名簿”を定義する。次のSQL文中の ~ に入れる適切な字句を答えよ。

```
FOR SELECT 強化ゼミ表.強化ゼミコード, 強化ゼミ表.強化ゼミ名称,  
          教職員表.教職員番号, 教職員表.教職員名, 強化ゼミ表.活動場所,  
          学生表.学生名, 学生表.学籍番号, 学生表.連絡先電話番号,  
          参加強化ゼミ表.入会年月日, 学生表.ふりがな
```

```
FROM 強化ゼミ表, 参加強化ゼミ表, 学生表, 教職員表
```

```
WHERE 
```

```
AND 
```

```
AND 
```

```
AND 
```

```
ORDER BY 
```

設問5 索引に関する次の記述中の ~ に入れる適切な字句を答えよ。

複数の列に対してまとめて付与する索引のことを、連結索引、又は複合索引という。連結索引は、索引付けの対象になる列の名称を列挙して定義する。

B 木構成による連結索引では、索引を構成する各列の値を定義中で列挙した順に連結したものに対して、索引が付与される。そして、SQL 文の 句内に索引定義中で最初に挙げた列名が記述されると、連結索引が実際に使用される。

例えば、設問 2 の (1) の “学生表” に関して、学籍番号を指定して特定の学生を検索する場合よりも、ある学部学科に属する学生を検索する場合の方が多いとす。この場合に連結索引を使って検索の効率化を図るには、

(,)

よりも、

(,)

の順で列を指定して連結索引を定義すると効果的である。

このように、連結索引を使用する際には、アクセスパスを事前によく検討しておく必要がある。連結索引に限らず、事前の検討がおろそかなままに索引の定義を行ってしまうと、検索時の処理効率がかえって悪化してしまうことがある。